

PAT-NO: JP406122960A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06122960 A  
TITLE: FORMATION OF SMOOTH THIN FILM  
PUBN-DATE: May 6, 1994

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOJO, SATOSHI	
MARUMOTO, IKURO	

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOYOTA MOTOR CORP N/A	

APPL-NO: JP04272777  
APPL-DATE: October 12, 1992

INT-CL (IPC): C23C014/06 , C23C014/22

US-CL-CURRENT: 427/530

## ABSTRACT:

PURPOSE: To inexpensively and easily form a thin film containing a smoothing vapor-depositive material on the surface of a substrate for a short time.

CONSTITUTION: The substrate 2 is coated with TiN by vapor depositing Ti with nitrogen ion beam 4 and simultaneously is irradiated with nitrogen ion beam 5 for making flat in a direction crossing the coating direction of TiN at the surface. TiN to be applied on the recessed part of the substrate 2 is applied on the recessed part which is in the shade of a projecting part as it is and TiN to be applied on the projecting part is sputtered and does not applied on the projecting part.

COPYRIGHT: (C)1994, JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-122960

(43)公開日 平成6年(1994)5月6日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
C 2 3 C 14/06		9271-4K		
14/22		9271-4K		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平4-272777

(22)出願日 平成4年(1992)10月12日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 東條 智

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 丸本 幾郎

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

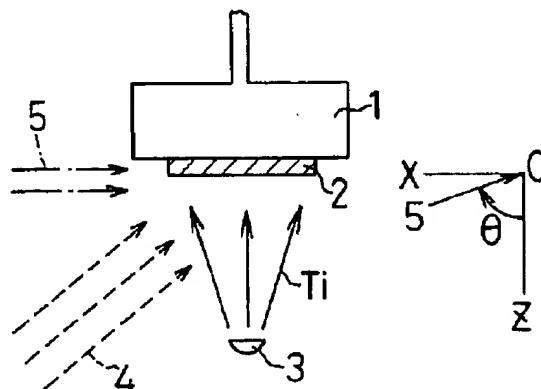
(74)代理人 弁理士 大川 宏

(54)【発明の名称】 平滑薄膜の形成方法

(57)【要約】

【目的】短時間、安価及び容易に基材の表面に平滑な蒸着物質を含む薄膜を形成する。

【構成・作用】基材2にTiを蒸着用窒素イオンビーム4によりTiNとして被覆するとともに、TiNの被覆方向と表面において交差する方向に平滑化窒素イオンビーム5を照射する。基材2の凹部に被覆されようとするTiNは、凸部の影によってそのまま被覆されるのに対し、基材2の凸部に被覆されようとするTiNはスパッタリングされて凸部には被覆されない。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】蒸着物質を基材の表面に気相成長法により被覆すると同時に、該蒸着物質の被覆方向と該表面において交差する方向に粒子線を照射することを特徴とする平滑薄膜の形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、基材に蒸着物質を含む平滑な薄膜を形成する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】種々の目的の下、種々の基材の表面にイオンビームミキシング法、イオンブレーティング法、スパッタリング法等の物理的(PVD)又は化学的(CVD)気相成長法により種々の蒸着物質を含む薄膜を形成することはなされている。例えば、自動車用等の機械部品の表面には気相成長法によりTiNを始めとする各種の窒化物からなる耐摩耗薄膜が形成される。かかる耐摩耗膜を形成した基材は、表面の耐摩耗性が向上される。

【0003】しかし、基材には基材加工時に生じる凹凸があり、かかる凹凸の上に耐摩耗膜が形成されるため、耐摩耗膜も凹凸を有して形成されてしまう。このため、耐摩耗膜が形成された基材は、それ自身の耐摩耗性は向上するものの、耐摩耗膜の表面にある凹凸により、相手材への攻撃性が増し、相手材を摩耗しやすい。よって、基材のみの耐摩耗性向上が組付体の耐摩耗性向上に繋がらない結果となっていた。

【0004】このため、従来、平滑な耐摩耗膜を得る方法として、特開昭60-187672号公報には、形成した耐摩耗膜の表面に高パワーレーザ光を照射することにより耐摩耗膜の表面を軟質化した後、軟質化した耐摩耗膜を平滑に研摩する方法が提案されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記公報提案の方法では、耐摩耗膜を形成した後に、軟質化工程及び研摩工程を要し、工程数が多いため、製造時間の長期化及び製造コストの高騰を生じてしまう。また、形成した耐摩耗膜の表面を直接ラッピング処理したり、基材の表面を予めラッピング処理することにより基材の表面を凹凸のない鏡面とし、この鏡面に耐摩耗膜を形成する方法も考えられるが、耐摩耗膜を直接ラッピング処理する方法は耐摩耗膜の性質から非常に困難を伴い、基材の表面を予めラッピング処理するとしても、工程数の増加から製造コストの高騰化を招来してしまう。

【0006】このように、従来は短時間、安価かつ容易に基材の表面に平滑な薄膜を形成することができなかった。本発明は、上記従来の不具合に鑑みてなされたものであって、短時間、安価及び容易に基材の表面に平滑な蒸着物質を含む薄膜を形成することができる平滑薄膜の形成方法を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の平滑薄膜の形成方法は、蒸着物質を基材の表面に気相成長法により被覆すると同時に、該蒸着物質の被覆方向と該表面において交差する方向に粒子線を照射することを特徴とするものである。粒子線を照射する方向は、基材の表面に立てた法線に対して70°〜90°が好ましい。

## 【0008】

【作用】本発明の平滑薄膜の形成方法では、蒸着物質を基材の表面に気相成長法により被覆すると同時に粒子線を照射する。このとき、粒子線は蒸着物質の被覆方向と基材の表面において交差する方向に照射されるため、気相成長法により基材の表面に被覆されつつある蒸着物質は基材の表面において粒子線と交差する。よって、基材の凹部に被覆されようとする蒸着物質は、凸部の影によって粒子線によって吹き飛ばされず、そのまま被覆されるのに対し、基材の凸部に被覆されようとする蒸着物質は、粒子線によって吹き飛ばされ、凸部には被覆されない。こうして、基材の表面に平滑な蒸着物質を含む薄膜が形成される。

【0009】ここで、この方法では、基材の表面を予めラッピング処理することはなく、また薄膜を直接ラッピング処理することもなく、蒸着物質の被覆工程と粒子線の照射工程とを同時に行なうことにより、薄膜を形成することができるため、工程数が少なく、短時間、安価かつ容易に製造を終えることができる。

## 【0010】

【実施例】以下、本発明を具体化した実施例を比較例、試験例とともに図面を参照しつつ説明する。

(実施例) まず、図1に示すように、真空槽内の基材ホルダ1に基材2を固定する。この基材2は表面が下方に向くように固定されており、図2(a)に示すように、表面に凹部2aと凸部2bとをもつ。基材2の下方には、図1に示すように、Tiを保持する蒸発するつぼ3が固定されている。

【0011】そして、気相成長法としてイオンビームミキシング法を採用し、以下の条件(1)の下、SKH9からなる基材2に蒸着物質としてのTiを蒸着用窒素イオンビーム4によりTiNとして被覆する。

## 条件(1)

真空度:  $1.2 \times 10^{-2}$  (Pa)

Ti蒸着レート: 0.25 (nm/秒)

蒸着用窒素イオンビーム4の加速電圧: 4.0 (KV)

蒸着用窒素イオンビーム4の電流密度: 180.0 ( $\mu$ A/ $\text{cm}^2$ )

蒸着用窒素イオンビーム4の照射角度: 22 (°)

このTiNの被覆と同時に、以下の条件(2)の下、粒子線としての平滑化窒素イオンビーム5を照射する。

## 【0012】条件(2)

平滑化窒素イオンビーム5の加速電圧: 2.0 (KV)

平滑化窒素イオンビーム5の電流密度: 113.0 ( $\mu$ A/ $\text{cm}^2$ )

A/cm<sup>2</sup>)

平滑化窒素イオンビーム5の照射角度: 90(°)

なお、平滑化窒素イオンビーム5の照射角度は、基材2の表面xに立てた法線zに対する角度であり、これが90(°)であるため、平滑化窒素イオンビーム5は基材2の表面xと平行に照射される。

(比較例) 粒子線としての平滑化窒素イオンビーム5を照射することなく、上記条件(1)の下、SKH9からなる基材2に蒸着物質としてのTiを蒸着用窒素イオンビーム4によりTiNとして被覆する。

(評価1) 図3に実施例と比較例における耐摩耗膜被覆処理前後の基材の表面粗さ(μRz)を示す。

【0013】図3から、比較例では、耐摩耗膜被覆処理前後で基材の表面粗さがほとんど変化していないことがわかる。これは、比較例では平滑化窒素イオンビームを照射しないため、基材加工時に生じた基材の凹凸の上に耐摩耗膜が形成され、耐摩耗膜も凹凸を有して形成されてしまうからである。一方、実施例の方法では、耐摩耗膜被覆処理後の基材の表面粗さが処理前の基材の表面粗さの1/5程度に低減されていることがわかる。これは、実施例の方法では、平滑化窒素イオンビーム5が基材2の表面xと平行に照射されるため、基材2の表面に被覆されつつあるTiNは基材2の表面において平滑化窒素イオンビーム5と交差し、図2(b)に示すように、基材2の凹部2aに被覆されようとするTiNは、凸部2bの影によって平滑化窒素イオンビーム5によってスパッタリングされず、そのまま被覆されるのに対し、基材2の凸部2bに被覆されようとするTiNは、平滑化窒素イオンビーム5によってスパッタリングされ、凸部2bには被覆されないからである。こうして、図2(c)に示すように、基材2の表面に平滑なTiNからなる耐摩耗膜が形成される。

(評価2) 図4に処理前の表面粗さ(μRz)と摩耗重量との関係により、実施例及び比較例の耐摩耗性、実施例の相手攻撃性、比較例の相手攻撃性を示す。

【0014】図4の実施例及び比較例の耐摩耗性より、実施例及び比較例ではともにTiNからなる耐摩耗膜が形成されることから、それ自身の耐摩耗性は向上することがわかる。しかし、図4の実施例の相手攻撃性と比較例の相手攻撃性により、比較例では耐摩耗膜の表面にある凹凸により相手材を摩耗しやすいのに対し、実施例では耐摩耗膜が平滑化されていることから相手材を摩耗しにくいのがわかる。よって、実施例では基材2の耐摩耗性向上が組付体の耐摩耗性向上に繋がることがわかる。

(試験) 図1に示すように、平滑化窒素イオンビーム5を照射する方向を基材2の表面xに立てた法線zに対して種々変え、照射角度θ(°)と処理後の基材2の表面粗さ(μRz)との関係を求めた。平滑化窒素イオンビーム5の照射角度を除いて他の条件は実施例と同一であ

る。結果を図5に示す。

【0015】図5より、平滑化窒素イオンビーム5を照射する方向は基材2の表面xに立てた法線zに対して70~90°であれば、表面粗さが0.1μRz程度となり、好ましいことがわかる。また、実施例の方法では、基材2の表面を予めラッピング処理することなく、また耐摩耗膜を直接ラッピング処理することなく、TiNを被覆する蒸着用窒素イオンビームの照射工程と平滑化窒素イオンビーム5の照射工程とを同時に行なうことにより耐摩耗膜を形成することができるため、工程数が少なく、短時間、安価かつ容易に製造を終えることができる。しかも、実施例の方法では、研磨工程を要しないため、製造環境をクリーンに維持するという効果も奏することができる。

【0016】なお、上記実施例では気相成長法としてイオンビームミキシング法を採用したが、本発明ではイオンプレーティング法、スパッタリング法等の他の物理的(PVD)又は化学的(CVD)な気相成長法も採用することができる。また、上記実施例では基材の表面にTiNからなる耐摩耗膜を形成したが、CrN、BN、DLC(ダイヤモンドライクカーボン)、SiC、TiC、SiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>等の他の窒化物、炭化物、酸化物を含む薄膜を形成したり、Cr等の単一元素からなる薄膜を形成したりする場合にも本発明を適用可能である。

【0017】さらに、上記実施例では粒子線として平滑化窒素イオンビームを採用したが、各種ガス又は金属を用いたイオンビーム、極線イオンビーム(Focused Ion Beam: FIB)、ECR(Electron Cyclotron Resonance)を用いたイオン、又は、エキシマレーザ等の高パワーレーザ等の粒子線を採用することも可能である。

【0018】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の平滑薄膜の形成方法では、特許請求の範囲記載の構成を採用していることにより、短時間、安価かつ容易に基材の表面に平滑な蒸着物質からなる薄膜を形成することができる。したがって、本発明の方法を例えば自動車用等の機械部品の表面耐摩耗処理に適用すれば、それ自身の耐摩耗性の向上と、相手材への攻撃性の低下との両効果を得ることができ、これによりかかる機械部品の組付体が全体で優れた耐摩耗性を発揮することができるとともに、そのための製造時間は短く、製造コストは安価であり、かつその製造を容易に行い得るといった優れた効果も発揮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例の模式的説明図である。

【図2】実施例を段階的に示す断面図である。

【図3】評価1において、実施例と比較例における耐摩耗膜被覆処理前後の基材の表面粗さを示すグラフであ

る。

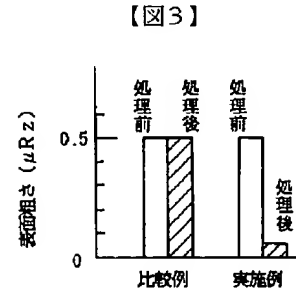
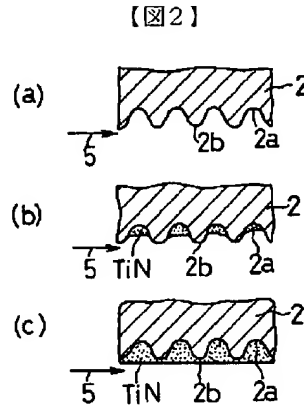
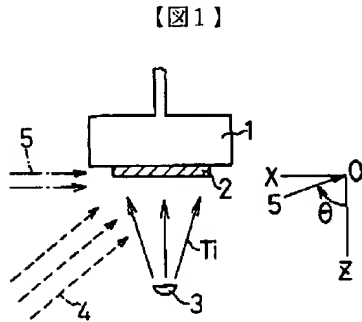
【図4】評価2において、処理前の表面粗さと摩耗重量との関係を示すグラフである。

【図5】試験において、平滑化窒素イオンビームの照射

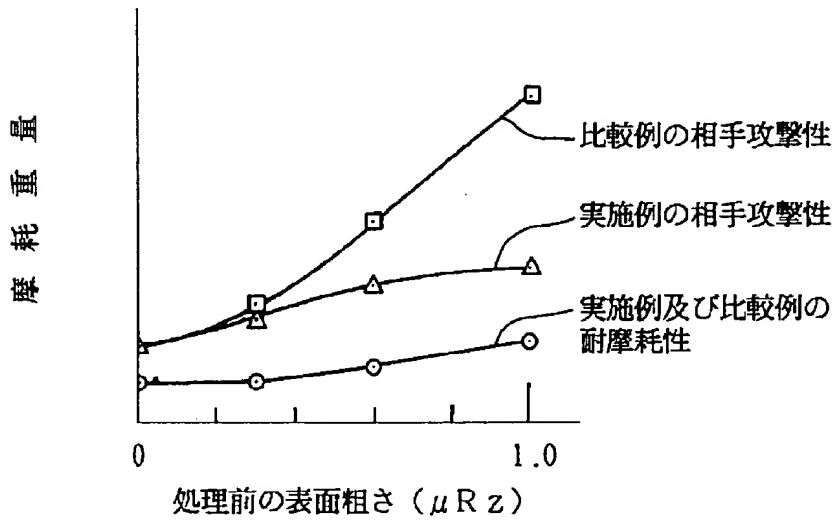
角度と表面粗さとの関係を示すグラフである。

【符号の説明】

2…基材 3、4…蒸着物質の被覆方向 5…粒子線の照射方向



【図4】



【図5】

